

Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde

aus dem Staatlichen Museum für Naturkunde in Stuttgart

Stuttgart

15. Mai 1967

Nr. 172

Bau und Funktion der paddelförmigen Unpaarflossen von *Latimeria chalumnae* J. L. B. SMITH (Actinistia, Osteichthyes)

Von Gerd und Heidi von Wahlert, Ludwigsburg

Die Entstehung der Tetrapoden-Extremitäten aus bereits in Stiel und Blatt gegliederten Brust- und Bauchflossen der Crossopterygii erscheint funktionell unproblematisch, da diese Flossen als Stütz- und Kriechflossen gelten; eine zusammenfassende Darstellung dieser Zusammenhänge hat zuletzt SZARSKI 1962 gegeben. Ebenso unproblematisch ist der Anschluß dieser Flossen und ihres Skelettes an die der Placodermen, bei denen die Brust- und Bauchflossen stenobasische, mesorhachische Skelette besitzen (und zwar auch bei Formen mit äußerlich breitbasigen Brustflossen, wie Gross 1963 gezeigt hat).

Dieses klare Bild versagt aber bei drei weiteren Sachverhalten.

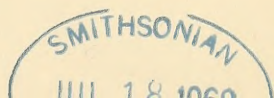
1. Sowohl bei den Crossopterygii wie bei den frühen Lungenfischen sind auch die Rücken- und Afterflossen Paddelflossen. Man kann ihnen eine Stützfunktion zuschreiben (G. und H. von WAHLERT 1962), darin aber doch wohl nicht das Schlüsselmerkmal und damit eine ausreichende Erklärung für ihren Bau sehen.

2. Auch die Knorpelfische besitzen ursprünglich ein Innenskelett von gleichem Bau und deshalb sicher gleicher Funktion in Paar- und Unpaarflossen (G. von WAHLERT 1962); hier ist aber die Annahme einer Stützfunktion praktisch ausgeschlossen.

3. Die muskulösen Paddelflossen der Crossopterygii sind bei den Actinopterygii durch fast nur noch durch Strahlen gestützte Flossen ersetzt, ohne daß dabei ein tiefgreifender Unterschied in ihren Funktionen festzustellen ist; auch die Strahlflossen der Knochenfische im engeren Sinne dienen vielfach als Stützen im Wasser.

Diese hier nicht näher zu begründenden Sachverhalte erfordern eine Überprüfung der herrschenden Ansicht, die in den Paddelflossen der Crossopterygii und ihrem Skelett in erster Linie Anpassungen an Aktionen gegen feste Substrate sieht. Die Möglichkeit dazu ergibt sich aus neueren Beobachtungen an der einzigen lebend bekannten Crossopterygier-Art, *Latimeria chalumnae* J. L. B. SMITH. Wir verdanken ein fixiertes, 1,6 m langes weibliches Exemplar dem Vétérinaire-Inspecteur, Chef de la Section Elevage, Territoire des Comores. Dieses Tier wurde am 10. Februar 1966 gefangen.

Das Exemplar wurde mit nach hinten umgeklappten Flossen angeliefert. Das konnte auch bei den Unpaarflossen keine post-mortem-Stellung sein; die Flossen lagen nämlich, basal tordiert, mit einer Seite am Körper in bisher nicht beschriebenen und an dem verbreiteten Abguß auch nicht deutlich erkennbaren Gruben, die bei seitlicher Betrachtung auch des Abgusses oder von Bildern nur als Absätze hinter den Flossen zu sehen sind. Am fixierten Exemplar verbreitern und vertiefen sich die Gruben zur Flossenbasis; sie sind mit nach innen und unten größer werdenden glatten Schuppen ausgekleidet und im innersten Winkel mit einer hellen, schuppenfreien und faltigen Haut. Die Gruben dienen so augenscheinlich der Aufnahme der Flossen, daß damit das Umklappen der Flossen auch im Leben bewiesen ist. In Analogie zu den Verhält-





SHOUT
SHARE

IT

Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde

aus dem Staatlichen Museum für Naturkunde in Stuttgart

Stuttgart

15. Mai 1967

Nr. 172

Bau und Funktion der paddelförmigen Unpaarflossen von *Latimeria chalumnae* J. L. B. SMITH (Actinistia, Osteichthyes)

Von Gerd und Heidi von Wahlert, Ludwigsburg

Die Entstehung der Tetrapoden-Extremitäten aus bereits in Stiel und Blatt gegliederten Brust- und Bauchflossen der Crossopterygii erscheint funktionell unproblematisch, da diese Flossen als Stütz- und Kriechflossen gelten; eine zusammenfassende Darstellung dieser Zusammenhänge hat zuletzt SZARSKI 1962 gegeben. Ebenso unproblematisch ist der Anschluß dieser Flossen und ihres Skelettes an die der Placodermen, bei denen die Brust- und Bauchflossen stenobasische, mesorhachische Skelette besitzen (und zwar auch bei Formen mit äußerlich breitbasigen Brustflossen, wie Gross 1963 gezeigt hat).

Dieses klare Bild versagt aber bei drei weiteren Sachverhalten.

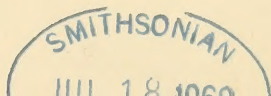
1. Sowohl bei den Crossopterygii wie bei den frühen Lungenfischen sind auch die Rücken- und Afterflossen Paddelflossen. Man kann ihnen eine Stützfunktion zuschreiben (G. und H. VON WAHLERT 1962), darin aber doch wohl nicht das Schlüsselmerkmal und damit eine ausreichende Erklärung für ihren Bau sehen.

2. Auch die Knorpelfische besitzen ursprünglich ein Innenskelett von gleichem Bau und deshalb sicher gleicher Funktion in Paar- und Unpaarflossen (G. VON WAHLERT 1962); hier ist aber die Annahme einer Stützfunktion praktisch ausgeschlossen.

3. Die muskulösen Paddelflossen der Crossopterygii sind bei den Actinopterygii durch fast nur noch durch Strahlen gestützte Flossen ersetzt, ohne daß dabei ein tiefgreifender Unterschied in ihren Funktionen festzustellen ist; auch die Strahlflossen der Knochenfische im engeren Sinne dienen vielfach als Stützen im Wasser.

Diese hier nicht näher zu begründenden Sachverhalte erfordern eine Überprüfung der herrschenden Ansicht, die in den Paddelflossen der Crossopterygii und ihrem Skelett in erster Linie Anpassungen an Aktionen gegen feste Substrate sieht. Die Möglichkeit dazu ergibt sich aus neueren Beobachtungen an der einzigen lebend bekannten Crossopterygier-Art, *Latimeria chalumnae* J. L. B. SMITH. Wir verdanken ein fixiertes, 1,6 m langes weibliches Exemplar dem Vétérinaire-Inspecteur, Chef de la Section Elevage, Territoire des Comores. Dieses Tier wurde am 10. Februar 1966 gefangen.

Das Exemplar wurde mit nach hinten umgeklappten Flossen angeliefert. Das konnte auch bei den Unpaarflossen keine post-mortem-Stellung sein; die Flossen lagen nämlich, basal tordiert, mit einer Seite am Körper in bisher nicht beschriebenen und an dem verbreiteten Abguß auch nicht deutlich erkennbaren Gruben, die bei seitlicher Betrachtung auch des Abgusses oder von Bildern nur als Absätze hinter den Flossen zu sehen sind. Am fixierten Exemplar verbreitern und vertiefen sich die Gruben zur Flossenbasis; sie sind mit nach innen und unten größer werdenden glatten Schuppen ausgekleidet und im innersten Winkel mit einer hellen, schuppenfreien und faltigen Haut. Die Gruben dienen so augenscheinlich der Aufnahme der Flossen, daß damit das Umklappen der Flossen auch im Leben bewiesen ist. In Analogie zu den Verhält-



nissen bei anderen Flossen und Fischen muß angenommen werden, daß die Flossen hier beim schnellen Schwimmen ihren Platz finden. Der Körpermitriß verläuft dann annähernd störungsfrei.

Die Frage nach der Funktion der paddelförmigen Unpaarflossen muß demnach durch eine Untersuchung ihrer Funktion beim langsamen Schwimmen aufgegriffen werden. Wegen ihrer morphologischen Übereinstimmung mit den paddelförmigen Unpaarflossen können wir dazu von den Beobachtungen ausgehen, die über die Brustflossen einer lebend beobachteten *Latimeria* vorliegen (MILLOT 1955). Diese können in alle Richtungen um 90° schwenken und ruderartig und unter Verwindung schlagen. Mit solchen Aktionen müssen die paddelförmigen Unpaarflossen dem Körper einen Vortrieb verleihen oder auf sein Hinterende einen Quertrieb ausüben können. Der Antrieb durch hinten auf dem Körper liegende Unpaarflossen neben (oder an Stelle) des Antriebes mit dem Rumpf-Schwanz-System ist bei Fischen auch sonst bekannt und für *Latimeria* selbst durch STEVENS (1966) beschrieben und mit Photographien belegt worden. Ein Wenden auf der Stelle bei einem frei im Wasser stehenden Fisch mit rückwärts liegenden Unpaarflossen haben wir bei *Lepisosteus* beobachtet.

Die am Objekt festgestellte Torsion der unpaaren Paddelflossen, die vorliegenden Angaben über die Anatomie und die Funktion der Flossen von *Latimeria* eröffnen die Möglichkeit, den Bau dieser Flossen bis in Einzelheiten als Anpassung an eine Schwimmfunktion zu deuten. Davon seien die folgenden Punkte erwähnt.

- (1) Die Flossen sind wie Bootsriemen in Stiel und Blatt gegliedert.
- (2) Das Blatt wird von skeletären Platten versteift, die distal die Flossenstrahlen tragen; durch Spreizen der Stützelemente kann das Blatt verbreitert werden.
- (3) Zur Übertragung der vom bewegten Blatt erzeugten Kräfte auf den Körper ist die Achse des Stieles als kräftige Schubstange ausgebildet; ihre Zusammensetzung aus gegeneinander und gegen die im Körper liegenden Anker Elemente drehbaren Bauteilen erlaubt die nötigen Verwindungen der Flosse.
- (4) Die Anker Elemente sind mit Fortsätzen nach vorn, den Seiten und nach hinten in der Stammuskulatur befestigt und nehmen damit die aus allen Richtungen auf die Flosse wirkenden Belastungen auf; das wird besonders deutlich beim Vergleich mit der ersten Rückenflosse, die nur (beim Umkippen und Aufrichten) in Längsrichtung und (als Steuer- und Stabilisierungsfläche aufgerichtet) quer dazu beansprucht wird und dementsprechend mit einer in Körper- und Flossenlängsrichtung liegenden Serie von Stützelementen auf einer senkrecht in Körperlängsrichtung liegenden Platte verankert ist.
- (5) Die paddelförmigen Unpaarflossen werden gegen das Umklappen nach vorn durch die gleiche Muskulatur gesichert, die ihre Eigenbewegungen und ihre Verwindung hauptsächlich besorgt, nämlich die *Mm. rotatores* (MILLOT et ANTHONY 1958); sie besitzen in den besonders großen nach hinten ragenden Fortsätzen der Anker Elemente die hier notwendigen Ansatzflächen.

Der entscheidende Schritt auf dem Wege von den stenobasalen, mesorhachischen Placodermen-Flossen zu den Tetrapodenextremitäten, die Entstehung des Archipterygiums und einer von ihm gestützten, in Stiel und Blatt gegliederten Flosse, scheint demnach in erster Linie mit Schwimmfunktionen dieser Flossen im Zusammenhang zu stehen. Stütz- und Kriechfunktionen scheinen keine ursprüngliche und später wohl auch nur sekundäre Bedeutungen zu haben. Mit dieser Einsicht sind die oben angeführten Schwierigkeiten behoben.

Eine ausführlichere Darstellung der hier veröffentlichten Zusammenhänge wird später an gleicher Stelle erfolgen. Eine Bearbeitung der damit aufgeworfenen Fragen der Phylogenie und der Evolutionsbiologie der Fische erscheint an anderer Stelle.

Literatur

- GROSS, W.: *Gemuendina stuertzi* TRAQUAIR. Neuuntersuchung. — Notizbl. Hess. L.-Amt Bodenforsch 91, 1963.
- MILLOT, J.: First observations on a living Coelacanth. — Nature, London, 175, 1955.
- MILLOT, J., & ANTHONY, J.: Anatomie de *Latimeria chalumnae*, Tome I. Paris 1958.
- STEVENS, J. A.: Portrait of a Living Fossil. — LIFE 61, 4, 22. Juli 1966. (Ein dokumentierter Nachweis für die angezweifelte Zuverlässigkeit von Bericht und Bildern wird in einer späteren Veröffentlichung gegeben werden. — Die Verf.)
- SZARSKI, H.: The Origin of the Amphibia. — Quart. Rev. Biol. 37, 3, 1962.
- WAHLERT, G. VON: Über einige Skelettformen von Fischen und ihre phylogenetische Bedeutung. — Verhandl. dt. Zool. Ges. Saarbrücken 1961, 1962.
- WAHLERT, G. u. H. VON: Funktion und biologische Bedeutung der Quastenflossen. — Natur und Museum 92 (1), 1962.

Anschrift der Verfasser:

Dr. Gerd von Wahlert, Dr. Heidi von Wahlert,
Staatliches Museum für Naturkunde in Stuttgart,
Zweigstelle, 714 Ludwigsburg, Arsenalplatz 3



3 9088 01234 2028